

物理学与隐形技术

黄 振 平

(靖江市电视大学物理系 江苏 214500)

隐形技术是 20 世纪下半叶出现的重大技术之一,特别是 70 年代以来,美国、前苏联都在研究隐形技术方面取得了突破性进展,隐形技术已被用于飞机、军舰等武器装备,如美国的 F-117A、B-2A、F-22,俄罗斯的支点战机、我国的歼十。以两次海湾和科索沃战争来看,F-117A 有非常突出的表现,对现代战争的防卫提出了挑战。

一、隐形技术的物理原理

隐形技术,就是改变己方武器装备等目标的各种可探测信息、特征,从而降低目标被对方探测系统发现概率的技术统称。

各种侦察技术获取目标信息,其物理原理均可看成是利用了电磁波。现阶段侦察技术主要是雷达侦察和红外侦察,而雷达侦察出现最早也是目前最广泛,最有效的侦察手段,雷达侦察即从雷达发射雷达波,通过对目标反射回来的雷达波特征,判定目标种类、距离、方位、高度、速度等,属于有源侦察。物理学研究表明高于绝对零度的物体都要发射红外线,不同温度的物体发射的红外线波长及强度也不相同,所以红外探测是一种无源探测,是利用目标辐射的红外线及目标与背景的热辐射差异来进行侦察,相对的隐形技术主要针对雷达波隐形、红外隐形。

二、雷达波隐形技术

要实现雷达波隐形,其关键问题是使目标雷达回波无法被侦察雷达探测到,专业术语叫降低目标的雷达散射截面(简称 RCS)。如果目标 RCS 越小,雷达接收信号越弱,越难判别目标。减少 RCS 有三种途径:外形隐形、材料隐形、等离子隐形。

1. 外形隐形

外形隐形技术已成为隐形技术中最重要,最有效的技术,所谓外形隐形技术,就是合理的设计飞机、导弹、军舰等的外形,使目标的回波偏离侦察雷达的视向从而降低目标的 RCS。对飞行器而言,主要以减小头部方向 RCS 为重点,但外形和空气动力性能直接相关,相应牺牲部分飞行速度和机动性能,如 F-117A 以外形隐形技术为主,辅以吸波材料,其形状是一个不规则的复杂方面体,采用大后掠角机

翼和小 V 形双垂尾,照射在它表面的雷达波经上下面散射,产生回波很弱,雷达散射截面 RCS 仅有 0.01 m^2 ,很难被雷达探测到。对于军舰而言,主要改善舰体上部结构,如用相控阵综合雷达代规众多预警、火控、炮瞄等雷达,导弹采用舰体内的垂直发射等,使结构更紧凑,可降低目标的 RCS40%左右,同时舰体上舷,上部结构的外壁面内倾 15° ,使目标回波偏离雷达视向,雷达探测到的信号下降,从而达到较好的隐形效果。

2. 材料隐形

材料隐形技术,就是目标采用的吸波材料,使目标不反射或少反射雷达波,降低目标的 RCS 材料隐形技术可分三种:一种是雷达波作用材料时转换成热能散发掉;二是雷达波能量分散到目标表面的各部分,减少雷达天线方向上散射的能量;三是材料内外表面的反射雷达波产生相消干涉。吸波材料一般采用碳素纤维铅铁合金粉、铁氧体等具有特殊电磁性能的吸波物质制成。

目前主要采用的是将吸波材料做成涂料涂于机体外表面,可降低雷达回波 30dB,但缺点是容易脱落、吸收频带窄。也可用吸波材料与非金属复合材料结合成重量轻、强度高的吸波复合材料,用来制造机翼、机身等部件。

3. 等离子体隐形

等离子体是广泛存在于自然界中的一种电中性的电离气体,是继固、液、气三种形态之后的第四种物质形态,具有数密度近似相等的自由电子和正离子构成,其产生和运动受电磁场力的作用与支配、对电磁波的传播有很大影响,当雷达波频率低于等离子体频率时,雷达波被全反射,等离子体能以电磁波反射体的形式对雷达进行电子干扰,即通过雷达波往返传播途径弯曲,雷达显示屏上出现的是攻击武器的虚像,而不是真实位置,当雷达频率高于等离子体频率时,雷达波进入等离子体波吸收,从而使雷达接收到目标信号大为减弱。

产生等离子体的方法主要有两种:一是在兵器将特定部位(如强散射区)涂一层等离子体涂料;二

是利用等离子体发生器。

实验表明,等离子体涂料可使飞行器表面的空气形成等离子层,可使反射的雷达波下降到原来的1%,和外形及材料隐形技术相比,等离子体隐形技术有很多独特的优点:吸波频带宽,吸收率高,使用简便,价格便宜,不但不会影响飞行器的飞行性能,还可以减少30%以上的飞行阻力。

等离子发生器,即在低温下,通过电源以高频和高压的形式提供高能量产生间隙放电和沿面放电,将气体介质激活,使之电离成等离子体。敌方探测雷达发射的电磁波射到环绕飞机的等离子体后,一部分电磁波能量被吸收,其他电磁波绕过等离子体后继续向前辐射,不产生反射,雷达就难以探测到目标。

俄罗斯在等离子体隐形方面取得了突破性进展,目前已发展到第三代,如支点战斗机样机,我国在此方面也取得了较快发展,主要是研制出自己的等离子涂料,用以装备我国第三代新式战机。

三、红外隐形技术

由斯特藩—玻尔兹曼定律及发射率定义可知, $W = M = T$, M 是黑体发射总功率, T 是期一波常数,降低温度 T 和发射率 ϵ 可减少目标的红外辐射,达到隐形效果。

有关资料显示,1979~1985年间作战飞机损失超过160架,其中90%是被红外制导导弹击中。相对的红外隐形技术倍受美英法俄等国高度重视,得以迅速发展。

红外隐形技术可分两类:红外无源隐形技术、红外诱饵技术。

红外无源隐形技术,主要通过降低辐射强度,改变辐射特征和调节红外辐射的传输过程使敌方探测器难以跟踪。如对高温部位敷以隔热材料,飞机发动机喷口安装专门换气装置,将进气口移至机身上方,也可根据背景条件提供红外迷彩设计使目标的热图像很好的融洽于背景中。有资料表明,当今舰船采用红外隐形技术后,其红外辐射能量降低90%,红外探测设备发现目标的有效距离缩短60%。当飞机采用红外隐形技术后,可使热辐射降低66%~75%,如俄罗斯的SU-39首次解决了强击机在飞行过程中易被红外制导导弹发现和袭击的难题。我国研制的复合隐身涂料能改被保护目标的红外辐射特征,降低红外成像制导导弹的发现概率和识别概率,同时使激光测距机的最大测程缩短80%,能使X波段和8mm波段雷达作用距离减少40%,相当于雷达的RCS衰减10dB。

红外诱饵是在红外无源隐形还不足以消除红外制导导弹的威胁下用以干扰的,如用凝固汽油作辐射源的红外诱饵弹,或用喷油延燃技术产生红外诱饵弹可以干扰几乎所有现役红外制导导弹。巴基斯坦在一次军事演习中,四架美制F-16战机向中制歼七战机发射8枚红外制导导弹,均被红外诱饵弹干扰,无一击中目标。法国Buck公司制造的DM19“巨人”红外诱饵弹,代表当今舰船红外隐形的一种发展方面,它能可靠有效地诱骗红外成像反舰导弹。

可以相信,随着科学技术的发展,21世纪的战场上,将会出现更多的隐形武器装备,在战争中起到举足轻重的作用。

新型薄膜微芯片

科苑快讯

美国哈佛大学研究人员向公众展示了一种新研究成果——薄膜微芯片,它是用硅纳米化合物组装并与柔软塑料膜相连接而成。借助于这项新工艺不仅可以制造运行速度可与传统硅芯片相比拟的普通微芯片,而且可以制造薄膜显示器。

这项科研计划的负责人是哈佛大学化学教授查利·里贝尔,他指出,“科学家已经展示了这种薄膜微芯片的潜力,它能作为明亮辐射源,并能在此基础上研制高速运行的液晶显示器。但这仅仅是实验研究样品,要推广应用到工业生产中还面临很大困难。”

问题在于,为了培植硅化合物必须采用高温和化学活性物质,同时用作电介质基片的却不能经受热处

理和变形,微芯片中半导体器件的密度也不能达到足够高的要求。里贝尔指出:“我们的研究小组研制出一种独特方法,新方法实质是将半导体器件淀积在塑料薄膜上,塑料薄膜表面几乎可以具有任何形状。”

里贝尔声称,在最近10年内我们可以完全享用这项新工艺:利用它可以研制快速和致密微芯片,这类微芯片可用于手机、眼镜和内装显示器的接触式微型眼镜,甚至可以研制能帮助盲人恢复视力的特殊装置。当然,美国军方对这项新工艺也表现出浓厚兴趣。

目前,里贝尔及其研究小组正在从事新工艺完善的工作,他们计划增大薄膜微芯片的运行速度,并将薄膜面积增大到最大限度。里贝尔还创建了NanoSys公司,该公司专门从事纳米工艺领域的研究。

(周道其译自俄《计算机在线》2002/11/25)